

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000317593
PUBLICATION DATE : 21-11-00

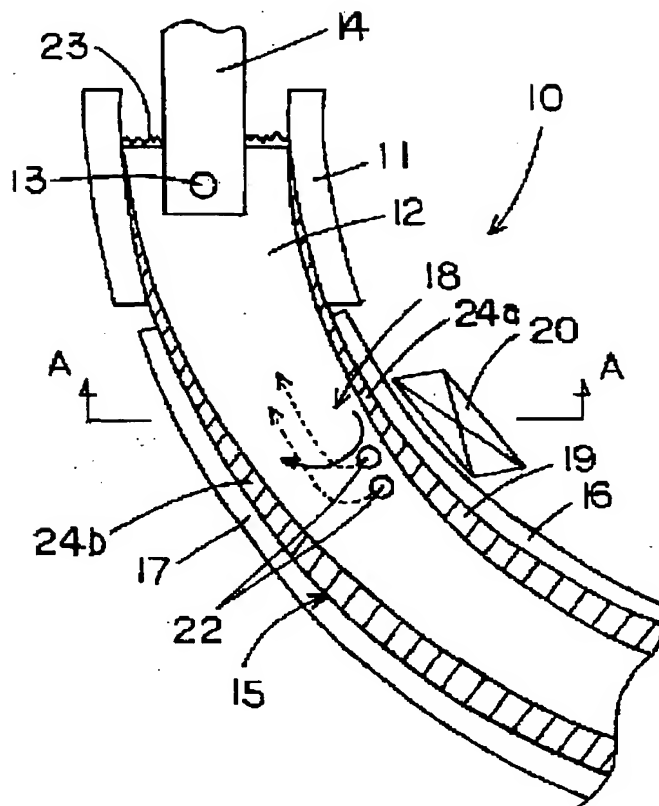
APPLICATION DATE : 12-05-99
APPLICATION NUMBER : 11131843

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : MIURA RYUSUKE;

INT.CL. : B22D 11/115 B22D 27/02

TITLE : METHOD FOR CONTINUOUSLY
CASTING MOLTEN STEEL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the crack, etc., of a cast slab and to restrain the bulging defect and sliver flaw, etc., by restraining gas bubble caught in solidified shell, without executing the drastical reconstruction.

SOLUTION: In a continuous casting method of molten steel, in which a steel slab 15 is produced by giving the molten steel 12 the stirring flow based on an electromagnetic stirring while the molten steel 12 poured into a mold 11 is cooled by sprayed water from the mold 11 and supporting segments 16, 17 and the molten steel 12 is solidified, the stirring flow from the center toward short sides in the inside upper range of curving part 18 of the cast slab 15, is given with the electromagnetic stirring device 20 arranged proximately to the outside upper area of the curving part 18 of the cast slab 15.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-317593

(P2000-317593A)

(43) 公開日 平成12年11月21日 (2000. 11. 21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

B 2 2 D 11/115
27/02

B 2 2 D 11/115
27/02

F 4 E 0 0 4
W

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-131843

(22) 出願日

平成11年5月12日 (1999. 5. 12)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 兼安 孝幸

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新

日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 三浦 龍介

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新

日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(74) 代理人 100090697

弁理士 中前 富士男 (外1名)

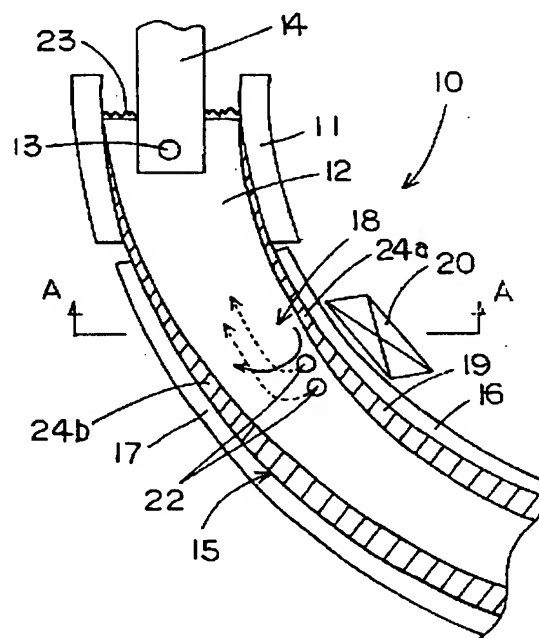
Fターム (参考) 4E004 GA02 GA05 MB13

(54) 【発明の名称】 溶鋼の連続 casting 方法

(57) 【要約】

【課題】 大幅な改造をせず、鋳片の割れ等を防止し、凝固殻に捕捉される気泡を抑制して膨れ欠陥やスリバー疵等を抑制する溶鋼の連続 casting 方法を提供する。

【解決手段】 鋳型11に注湯した溶鋼12を、鋳型11と支持セグメント16、17からの散水により冷却して溶鋼12を凝固させながら、溶鋼12に電磁攪拌による攪拌流を付与して鋳片15を製造する溶鋼の連続 casting 方法において、鋳片15の湾曲部18の外側上部領域に近接して配置した電磁攪拌装置20、21によって、鋳片15の湾曲部18の内側上部領域に中央から短辺に向かう攪拌流を付与する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋳型に注湯した溶鋼を、該鋳型と支持セグメントからの散水により冷却して前記溶鋼を凝固させながら、該溶鋼に電磁攪拌による攪拌流を付与して鋳片を製造する溶鋼の連続鋳造方法において、前記鋳片の湾曲部の外側上部領域に近接して配置した電磁攪拌装置によって、前記鋳片の湾曲部の内側上部領域に中央から両側短辺側に向かう攪拌流を付与することを特徴とする溶鋼の連続鋳造方法。

【請求項2】 請求項1記載の溶鋼の連続鋳造方法において、更に、別の電磁攪拌を前記鋳片の湾曲部の外側下部領域に近接して配置し、該湾曲部の内側下部領域に両側短辺側から幅中央に向かう攪拌流を発生させることを特徴とする溶鋼の連続鋳造方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載の溶鋼の連続鋳造方法において、前記溶鋼の電磁攪拌は、前記鋳型内の湯面から下方2.5mの範囲で行われることを特徴とする溶鋼の連続鋳造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶鋼を鋳造して鋳片を製造する際に、鋳片に発生する気泡や介在物等の欠陥を防止する溶鋼の連続鋳造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、溶鋼は、転炉や電気炉等の精錬炉で溶製され、フェロシリコン（Fe-Si）、フェロマンガ（Fe-Mn）等の合金鉄や脱酸剤を添加して、成分調整が行われた後、タンディッシュに取付けた浸漬ノズルを介して鋳型に注湯される。そして、この溶鋼は、鋳型と、その下部に設けた支持セグメントからの散水により冷却され、凝固しながら連続して引き抜かれて鋳片が製造される。しかし、溶鋼中には、酸化物である Al_2O_3 等が含有されており、鋳造時に浸漬ノズルに付着したり堆積し、浸漬ノズルの詰まりや閉鎖等を生じる。この浸漬ノズルの詰まりや閉鎖を防止するために、タンディッシュのノズルや浸漬ノズルからアルゴンガスを内部の溶鋼に吹き込んで、 Al_2O_3 等の付着や堆積を防止している。しかし、図5に示すように、アルゴンガスの気泡51は、鋳型52内に浸漬した浸漬ノズル53の吐出口54からの溶鋼55の溶鋼流（図中実線矢印）に随伴して、深部に侵入し、図中破線矢印で示すように、湾曲（湾曲部56）の位置で浮上し、凝固殻57に捕捉されて気泡51の集積部を湾曲部56の内側上部領域に形成する。この集積部は、鋳片58が圧延等により薄板に加工され、焼鈍工程等で軟化した際に膨れ易くなり、薄板の製品にみみず膨れ状の欠陥が発生したり、気泡51の破裂による表面の剥離等の欠陥が生じる。更に、溶鋼55に含まれる介在物も気泡51と同様の現象により集積帯を形成し、鋳片58に含有した水素ガスが拡散して介在物の集積帯に集まり、この水素ガスによ

て、薄板等の膨れ欠陥となったり、圧延時に表面に露出してスリバー疵となる等の問題がある。

【0003】この対策として、鋳型の湯面から下方に2.5m程度の垂直部を設け、浸漬ノズルの吐出口からの溶鋼の溶鋼流に随伴して、深部に侵入した気泡や介在物を浮力を利用して湯面に浮上させて除去する方法が行われている。更に、特開昭49-52725号公報に記載されているように、鋳片の未凝固の範囲に、鋳片の引き抜き方向に対して直角の攪拌流（旋回流）を付与して気泡や介在物を浮上させて除去することが行われている。また、特開昭58-100955号公報には、鋳型の外側に複数の電磁コイルを配置して、鋳型の長辺の内側に沿った旋回流の他に、長辺の両面に中央から短辺に向かう攪拌流を付与したり、短辺側から中央に向かう攪拌流を付与して、気泡や介在物の浮上を促進することが提案されている。更に、特開平1-52725号公報には、鋳型内の溶鋼に上向きの攪拌流を付与するように電磁攪拌を行い、表面及び内部品質に優れた鋳片を製造することが提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、鋳型の湯面から下方に2.5m程度を垂直部とした連続鋳造方法では、垂直部に連続する位置で鋳片を垂直から水平方向に曲げる必要があり、この曲げ部で脆弱な凝固殻に割れが発生し易くなる。この凝固殻の割れ（内部割れ）を防止するには、鋳造速度を大幅に遅く制限するか、あるいは高炭素鋼等の割れ性の高い鋼の鋳造を行わない等の条件が必要である。しかも、既設の湾曲型の装置を垂直部を備えた連続鋳造装置に改造する場合は、鋳型、支持セグメント等を含め、大幅な改造となり、工事期間が長く、改造費用も増加する。更に、特開昭49-52725号公報では、電磁攪拌により形成された鋳片の引き抜き方向に対して直角の旋回流によって、気泡の浮上が阻害され、結局旋回流の下方の鋳片の凝固殻に気泡が捕捉され、膨れ欠陥やスリバー疵が発生する等の問題がある。

【0005】また、特開昭58-100955号公報において、長辺に沿って中央から短辺に向かう攪拌流を付与した場合では、攪拌流が短辺に衝突し、短辺の内側に沿った下向流が発生し、この下向流に随伴して気泡が鋳片の深部に侵入して凝固殻に捕捉される。また、長辺に沿って短辺から中央に向かう前記と逆の攪拌流を付与した場合は、攪拌流が中央で衝突し、中央に下向流が発生し、この下向流に随伴して気泡が鋳片の深部に侵入して凝固殻に捕捉され、いずれの電磁攪拌においても問題がある。更に、特開平1-52725号公報では、鋳型内の溶鋼に上向きの攪拌流を付与するため、溶鋼のマスバランスから湾曲部下面に沿って下向流が発生し、この下向流に気泡が随伴して鋳片の深部に侵入するのを助長する。このように、従来の電磁攪拌を用いた連続鋳造は、

そのいずれにおいても、鑄片の凝固殻に捕捉される気泡を抑制することができず、膨れ欠陥やスリバー疵等を防止できないか、あるいは垂直な鑄片を湾曲にする必要があり、割れ等が発生したり、大幅な改造を伴う等の問題がある。

【0006】本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、大幅な改造をせずに鑄片の割れ等を防止し、凝固殻に捕捉される気泡を抑制して膨れ欠陥やスリバー疵等を抑制する溶鋼の連続鑄造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的に沿う本発明に係る溶鋼の連続鑄造方法は、鑄型に注湯した溶鋼を、該鑄型と支持セグメントからの散水により冷却して前記溶鋼を凝固させながら、該溶鋼に電磁攪拌による攪拌流を付与して鑄片を製造する溶鋼の連続鑄造方法において、前記鑄片の湾曲部の外側上部領域に近接して配置した電磁攪拌装置によって、前記鑄片の湾曲部の内側上部領域に中央から両側短辺側に向かう攪拌流を付与する。この方法により、鑄片の湾曲部の内側上部領域の中央（鑄片幅中央）から両側短辺側に向かう攪拌流によって、湾曲部の内側下部領域や中心部に気泡を集め、気泡の浮力を利用して浮上させ、凝固殻に捕捉されるのを防止できる。

【0008】ここで、更に、別の電磁攪拌を前記鑄片の湾曲部の外側下部領域に近接して配置し、該湾曲部の内側下部領域に両側短辺側から幅中央に向かう攪拌流を発生させても良い。これにより、鑄片の湾曲部の内側上部領域に、中央から両側短辺側に向かう強い流れを形成でき、湾曲部の内側上部領域の凝固殻の周辺に集まる気泡を洗い流し、しかも、短辺側に集まる気泡を鑄片の湾曲部の内側下部領域の中央部に移動させ、浸漬ノズルの吐出口から下方に向かった溶鋼が反転して幅中央に形成される上昇流に乗せて気泡を浮上させて除去することができる。

【0009】更に、前記溶鋼の電磁攪拌は、前記鑄型内の湯面から下方2.5mの範囲で行なうことができる。これにより、気泡が溶鋼中に浮遊している範囲で、鑄片の幅中央から両側短辺側に向かう流れを付与でき、気泡を効率良く浮上させて除去することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。図1は本発明の第1の実施の形態に係る溶鋼の連続鑄造方法に適用される連続鑄造装置の要部断面図、図2は図1のA-A断面矢視図、図3は本発明の第2の実施の形態に係る溶鋼の連続鑄造方法に適用される連続鑄造装置の要部断面図、図4は図3のB-B断面矢視図である。まず、本発明の第1の実施の形態に係る溶鋼の連続鑄造方法に適用される連続鑄造装置10について説明する。図1、図2に示すように、連続鑄造

装置10は、鑄型11内の溶鋼12に浸漬された吐出口13を設けた浸漬ノズル14と、鑄片15を支持しながら図示しない冷却水ノズルから散水して冷却する支持セグメント16、17と、鑄片15の湾曲部18の外側上部領域にある支持セグメント16に近接して配置され、凝固殻19の内側の溶鋼12に中央から両側短辺側に向かう攪拌流（図中の実線矢印で示す）を付与する電磁攪拌装置20、21を備えている。

【0011】次に、連続鑄造装置10を用いた溶鋼の連続鑄造方法について説明する。炭素濃度が0.10重量%の溶鋼12を、浸漬ノズル14の吐出口13から鑄型11内に注湯しながら、鑄型11と支持セグメント16、17に付設した冷却水ノズルからの散水により冷却し、凝固殻19を形成しながら鑄片15として図示しないピンチロールにより引き抜きを行う。鑄型11への溶鋼12の注湯時には、浸漬ノズル14の内部に4リットル/分のアルゴンガスを吹き込み、 $A1_2O_3$ 等の付着やノズル詰まりを防止し、鑄型11への注湯量を安定させ、 $A1_2O_3$ 等の付着物の剥離による介在物の欠陥の発生も抑制した。浸漬ノズル14から吹き込まれたアルゴンガスの一部は、気泡22を形成して深部に侵入する。浮力により浮上した気泡22が凝固殻19に捕捉されないように、鑄片15の湾曲部18の外側上部領域に近接して載置した電磁攪拌装置20、21をにより、厚み15mmの凝固殻19の内側の溶鋼12に5～90mmFeの推力（5～30mm/秒程度の流れ）で、凝固殻19の内面に沿って鑄片15の中央から両側短辺側に向かう攪拌流を付与した。攪拌流は、電磁攪拌装置20、21に位相の異なる3相交流を通し、フレミングの法則で知られる移動磁界を溶鋼12に作用させることにより推力を付与した。その推力の強さは、電磁攪拌装置20、21に流す電流値をかえることにより調整した。そして、攪拌流は、図2中の実線矢印で表す流れとなり、気泡22が捕捉されようとしている凝固殻19からこの流れ方向に洗い流して、気泡22をそれ自体の浮力によって浮上（図1中点線で示す）させ、湯面の溶融パウダー23に捕捉した。

【0012】更に、鑄片15の短辺に衝突し、反転して湾曲部18の下面（F面）24bの中央側に向かう流れ（図2中破線矢印で示す）を生じるが、湾曲部18の上面（L面）24aに沿って中央から短辺側に向かう攪拌流よりも弱くなっているため、気泡22の浮上を阻害しない。なお、電磁攪拌装置20、21の推力が5mmFe未満になると、凝固殻19から気泡22を洗い流すことが困難になり、推力が90mmFeを超えると、短辺側から反転した下面（F面）24bに沿って中央側に向かう流れが強くなり過ぎて、下向流が生じ、気泡22を深部に押し流すため気泡22を除去できない。更に、電磁攪拌装置20、21は、鑄型11内の湯面から下方2.5mの範囲に配置することが好ましい。この理由は、湯面

から2.5mを超えた下方位置では、気泡22が溶鋼12中に侵入し浮遊している範囲を外れてしまい、攪拌流によって洗い流す効果が大幅に減少するからである。湯面より下方0.2m～2.5mの範囲のいずれかの位置に電磁攪拌装置20、21を配置するとより良い結果が得られる。

【0013】次に、本発明の第2の実施の形態に係る溶鋼の連続製造方法に適用される連続製造装置30について説明する。図3、図4に示すように、連続製造装置30が、前記の連続製造装置10と異なる点は、支持セグメント17すなわち鑄片の湾曲部18の外側下部領域に近接して、鑄片15の湾曲部18の内側下部領域の両側短辺から中央に向かう攪拌流を付与する電磁攪拌装置31と32を更に配置したことである。すなわち、湾曲部18の上面(L面)24a側の支持セグメント16に近接して電磁攪拌装置20と21を、湾曲部18の下面(F面)24b側の支持セグメント17に近接して電磁攪拌装置31と32を配置している。なお、連続製造装置10と同じ構成については同一符号を付して説明する。

【0014】次に、連続製造装置30を用いた溶鋼の連続製造方法について説明する。炭素濃度が0.10重量%の溶鋼12を、浸漬ノズル14の吐出口13から鑄型11内に注湯しながら、鑄型11と支持セグメント16、17に設けた冷却水ノズルから散水して冷却し、凝固殻19を形成しながら鑄片15として図示しないピンチロールにより引き抜きを行った。鑄型11への溶鋼12の注湯は、浸漬ノズル14の内部に4リットル/分のアルゴンガスを吹き込み、 Al_2O_3 等の付着やノズル詰まりを防止した。次に、電磁攪拌装置20と21及び電磁攪拌装置31と32を用いて、それぞれ、鑄片15の湾曲部18の内側上部領域及び内側下部領域(厚み15mmの凝固殻19の内側の溶鋼12)に5～90mm Feの推力を付与した。この推力による攪拌は、上面(L面)24aに沿って、電磁攪拌装置20と21により鑄片15の中央から両側短辺に向かう攪拌流を付与し、下面(F面)24bに沿って、電磁攪拌装置31と32により、鑄片15の両側短辺から中央に向かう攪拌流を付与した。この攪拌流は、図4中の矢印で表す流れとなり、気泡22は、捕捉されようとしている凝固殻19からこの流れ方向に洗い流され、気泡22自体の浮力によって浮上(図3中点線で示す)し、熔融パウダー23に捕捉できた。特に、この攪拌により、鑄片15の短辺側に押し流された気泡22や短辺に衝突して反転した際に形成される下向流等を下面(F面)24bに沿って

中央に向かう流れによって抑制することができる。しかも、鑄片15の中心部には、浸漬ノズル14の吐出口13からの溶鋼12の下方流が反転して形成される上昇流があり、この上昇流の近傍に気泡22を集め、上昇流を利用して気泡22を容易に浮上させることができる。

【0015】

【実施例】次に、溶鋼の連続製造方法の実施例について説明する。湾曲型連続製造装置を用い、厚さ250mm、幅1000mmの鑄片を1.2m/分の速度で製造し、鑄型による冷却と支持セグメントの冷却水ノズルからの散水により冷却しながら、湾曲部の外側上部領域と外側下部領域に近接して、電磁攪拌装置を配置して攪拌を行い、製造時に浸漬ノズルからアルゴンガスを3リットル/分を溶鋼に吹き込んだ場合について、湾曲部上面(L面)の気泡指数と品質欠陥指数を調査した。表1に示すように、実施例1は、湾曲部上面側に高さが300mm、幅が700mm、湾曲部下面(F面)側に高さが150mm、幅が600mmの電磁攪拌装置を、メニスカス(湯面)の下方0.45mの位置にそれぞれ二個ずつ配置し、湾曲部の内側上部領域に3Hz、湾曲部の内側下部領域に15Hz、電流値を450アンペアにして32mm Feの推力を付与して溶鋼を攪拌した。その結果、L面の気泡個数指数は、従来の気泡の個数を指数1とした場合に比べ0.29と大幅に減少しており、品質欠陥指数(ブローホール)も同様に0.70と良好であり、総合評価として良い(○)が得られた。実施例2は、湾曲部上面側に高さが300mm、幅が700mm、湾曲部下面側に高さが150mm、幅が600mmの電磁攪拌装置を、メニスカス(湯面)の下方1.5mの位置にそれぞれ二個ずつ配置し、湾曲部の内側上部領域に3Hz、湾曲部の内側下部領域に15Hz、電流値を450アンペアにして45mm Feの推力を付与して溶鋼を攪拌した。その結果、L面の気泡個数指数は、従来の気泡の個数を指数1とした場合に比べて0.11と大幅に減少しており、品質欠陥指数(ブローホール)も同様に0.55と極めて良好であり、総合評価として優れた(◎)が得られた。なお、湯面の下方2.5mの位置の湾曲部上面側に高さが300mm、幅が700mmの電磁攪拌装置を配置して、前記と同様に3Hz、電流値を450アンペアにして45mm Feの推力で溶鋼を攪拌した場合も行ったがL面の気泡個数指数及び品質欠陥指数(ブローホール)について良い結果が得られた。

【0016】

【表1】

項 目	電磁攪拌 の有無	攪拌装置のノズル からの位置 (m)	攪拌推力 (mm F e)	L面の気泡 個数指数	品質欠陥指数 (ブローホール)	総合 評価
実施例1	有り	0.45	32	0.29	0.70	○
実施例2	有り	1.5	45	0.11	0.55	◎
従来例	無し	—	—	1	1	×

【0017】これに対し、電磁攪拌を行わない従来例では、L面に気泡が捕捉されており、L面の気泡個数指数が1と悪く、品質欠陥指数（ブローホール）についても1と極めて悪くなり、総合評価は悪い（×）であった。

【0018】以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。例えば、電磁攪拌装置は湾曲部の外側上部領域、あるいは湾曲部の外側上部領域と外側下部領域に、複数の電磁攪拌装置を用いて多段に配置しても良い。また、本実施の形態について凝固殻に捕捉される気泡を抑制する場合について説明したが、溶鋼の中に混在する介在物についても気泡と同様の効果を発現できる。

【0019】

【発明の効果】請求項1～3記載の溶鋼の連続 casting 方法は、鋳片の湾曲部の外側上部領域に近接して配置した電磁攪拌装置によって、鋳片の湾曲部の内側上部領域に中央から両側短辺側に向かう攪拌流を付与するので、設備の大幅な改造をせずに、鋳片の曲げによる割れ等を防止し、鋳片の湾曲部の内側上部の凝固殻に捕捉される気泡を浮力を利用して除去でき、膨れ欠陥やスリバー疵等を抑制することができる。

【0020】特に、請求項2記載の溶鋼の連続 casting 方法は、鋳片の湾曲部の外側上部領域だけでなく、外側下部領域にも近接して電磁攪拌装置を配置し、鋳片の湾曲部の内側下部領域に両側短辺側から幅中央に向かう攪拌流を発生させるので、鋳片内部に中央から短辺側に向かう

攪拌流により、凝固殻に集まる気泡を洗い流しながら、短辺側に集まる気泡を鋳片の中心部に移動させて、溶鋼の反転した上昇流に乗せて浮上させて除去でき、膨れ欠陥やスリバー疵等を確実に防止して、良製品歩留りを向上することができる。

【0021】請求項3記載の溶鋼の連続 casting 方法は、溶鋼の電磁攪拌は、鋳型内の湯面から下方2.5mの範囲で行われるので、気泡が溶鋼中に浮遊している範囲に攪拌流を付与でき、気泡を効率良く浮上させて気泡や介在物に起因した欠陥を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る溶鋼の連続 casting 方法に適用される連続 casting 装置の要部断面図である。

【図2】図1のA-Aの断面矢視図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る溶鋼の連続 casting 方法に適用される連続 casting 装置の要部断面図である。

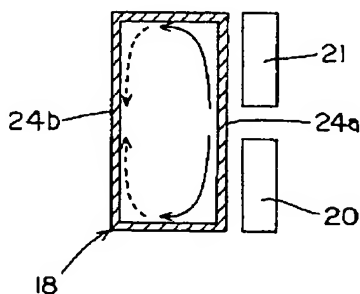
【図4】図3のB-Bの断面矢視図である。

【図5】従来の湾曲型連続 casting 装置の全体図である。

【符号の説明】

10：連続 casting 装置、11：鋳型、12：溶鋼、13：吐出口、14：浸漬ノズル、15：鋳片、16：支持セグメント、17：支持セグメント、18：湾曲部、19：凝固殻、20：電磁攪拌装置、21：電磁攪拌装置、22：気泡、23：溶融パウダー、24a：上面（L面）、24b：下面（F面）、30：連続 casting 装置、31：電磁攪拌装置、32：電磁攪拌装置

【図2】



【図4】

